

00862.023103



PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:)	
	:	Examiner: Unassigned
Tomochika MURAKAMI)	
	:	Group Art Unit: Unassigned
Application No.: 10/600,533)	
	:	
Filed: June 23, 2003)	
	:	
For: IMAGE PROCESSING)	August 18, 2003
APPARATUS AND METHOD,	:	
COMPUTER PROGRAM, AND)	
COMPUTER-READABLE	:	
STORAGE MEDIUM)	

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

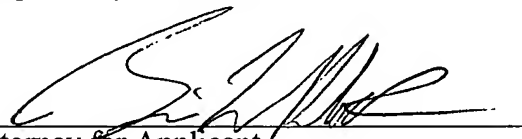
Sir:

In support of Applicants' claim for priority under 35 U.S.C. § 119, enclosed is a certified copy of the following Japanese application:

JP 2002-191125, filed June 28, 2002.

Applicants' undersigned attorney may be reached in our Washington, D.C. office by telephone at (202) 530-1010. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,



Attorney for Applicant
Brian L. Klock
Registration No. 36,570

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO
30 Rockefeller Plaza
New York, New York 10112-3801
Facsimile: (212) 218-2200

BLK/lmj

10/600,533

TOMOCHIKA MURAKAMI

"IMAGE PROCESSING APPARATUS AND METHOD, COMPUTER
PROGRAM, AND COMPUTER-READABLE STORAGE MEDIUM"

CFM03/03
US

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 6 月 2 8 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 1 9 1 1 2 5
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 1 9 1 1 2 5]

出 願 人 キヤノン株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 7 月 1 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 5 5 5 9 1

【書類名】 特許願

【整理番号】 4737016

【提出日】 平成14年 6月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06F 7/00

【発明の名称】 画像処理装置及び方法、並びにコンピュータプログラム
及びコンピュータ可読記憶媒体

【請求項の数】 22

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会
社内

【氏名】 村上 友近

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100076428

【弁理士】

【氏名又は名称】 大塚 康德

【選任した代理人】

【識別番号】 100112508

【弁理士】

【氏名又は名称】 高柳 司郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100115071

【弁理士】

【氏名又は名称】 大塚 康弘

【選任した代理人】

【識別番号】 100116894

【弁理士】

【氏名又は名称】 木村 秀二

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003458

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0102485

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像処理装置及び方法、並びにコンピュータプログラム及びコンピュータ可読記憶媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 多値画像データにノイズを多重化し、ノイズを多重化した分布による目視可能な付加情報を埋め込む画像処理装置であって、

画素単位にノイズを多重化する／しないを示す情報を、前記付加情報として入力する入力手段と、

前記付加情報に基づき、多値画像データ中の注目画素が、ノイズを多重化する位置にあるのか否かを判定する判定手段と、

該判定手段によって、注目画素の位置がノイズを多重化する位置にあると判定した場合、注目画素を構成するビット構成のうち、第 1 のビット領域の状態に基づき、ノイズを多重化する第 2 のビット領域を特定する特定手段と、

該特定手段で特定された注目画素の、第 2 のビット領域に対して可逆的にビット情報を変更する変更手段と

を備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】 前記多値画像データが輝度値を基準とする多値画像データである場合、前記第 1 のビット領域は最上位ビットを含む上位に位置する所定数のビットであり、前記第 2 のビット領域は最下位ビットを含み、前記第 2 のビット領域の値に応じて変動する下位 m ビットとすることを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】 更に、ノイズの多重化させる強度に関する情報を設定する手段を備え、

前記特定手段は、設定された強度に関する情報及び前記第 1 のビット領域の状態に基づいて、前記第 2 のビット領域を特定することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】 ノイズが可逆的に埋め込まれ、目視可能な付加情報が多重化された多値画像データから、前記付加情報を除去する画像処理装置であって、

画素単位にノイズを多重化する／しないを示す情報を、前記付加情報として入

力する入力手段と、

前記付加情報に基づき、多値画像データ中の注目画素が、ノイズが多重化された位置にあるのか否かを判定する判定手段と、

該判定手段によって、注目画素がノイズの多重化された位置にあると判定した場合、注目画素を構成するビット構成のうち、第1のビット領域の状態に基づき、ノイズが多重化された第2のビット領域を特定する特定手段と、

該特定手段で特定された注目画素の第2のビット領域の状態を、ノイズ多重化した際の逆変換することで、多重化する以前の状態に復元する復元手段と

を備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項5】 多値画像データを所定サイズの画素ブロック単位に周波数成分データに変換して圧縮符号化すると共に、前記多値画像にノイズを多重化し、ノイズを多重化した分布による目視可能な付加情報を埋め込む画像処理装置であって、

前記所定サイズの画素ブロック単位に、ノイズを多重化する／しないを示す情報を、前記付加情報として入力する入力手段と、

入力した前記付加情報に基づき、注目画素ブロックが、ノイズを多重化する位置にあるのか否かを判定する判定手段と、

該判定手段によって、注目画素ブロックの位置がノイズを多重化する位置にあると判定した場合、注目画素ブロックの変換後の低周波成分を構成するデータの第1のビット領域の状態に基づき、ノイズを多重化する第2のビット領域を特定する特定手段と、

該特定手段で特定された低周波成分のデータの第2のビット領域に対して可逆的にビット情報を変更する変更手段と

を備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項6】 前記周波数成分への変換は直交変換であって、前記低周波成分は直交変換後の直流成分であることを特徴とする請求項5に記載の画像処理装置。

【請求項7】 前記周波数成分への変換はウェーブレット変換であって、前記低周波成分は複数回のウェーブレット変換によって生成される低周波成分のブ

ロックのデータであることを特徴とする請求項 5 に記載の画像処理装置。

【請求項 8】 前記多値画像データが輝度値を基準とする多値画像データである場合、前記第 1 のビット領域は最上位ビットを含む上位に位置する所定数のビットであり、前記第 2 のビット領域は最下位ビットを含み、前記第 2 のビット領域の値に応じて変動する下位 m ビットとすることを特徴とする請求項 5 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 9】 更に、ノイズの多重化させる強度に関する情報を設定する手段を備え、

前記特定手段は、設定された強度に関する情報及び前記第 1 のビット領域の状態に基づいて、前記第 2 のビット領域を特定することを特徴とする請求項 5 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 10】 ノイズが可逆的に埋め込まれ、目視可能な付加情報が多重化され、所定サイズの画素ブロック単位に周波数成分データに変換され圧縮符号化された多値画像データから、前記付加情報を除去する画像処理装置であって、

前記所定サイズの画素ブロック単位に、ノイズを多重化する／しないを示す情報を、前記付加情報として入力する入力手段と、

入力した前記付加情報に基づき、注目画素ブロックが、ノイズを多重化する位置にあるのか否かを判定する判定手段と、

該判定手段によって、注目画素ブロックの位置がノイズを多重化する位置にあると判定した場合、注目画素ブロックの周波数変換後の低周波成分を構成するデータの第 1 のビット領域の状態に基づき、ノイズが多重化された第 2 のビット領域を特定する特定手段と、

該特定手段で特定された注目画素の第 2 のビット領域の状態を、ノイズ多重化した際の逆変換することで、多重化する以前の状態に復元する復元手段とを備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 11】 多値画像データにノイズを多重化し、ノイズを多重化した分布による目視可能な付加情報を埋め込む画像処理方法であって、

画素単位にノイズを多重化する／しないを示す情報を、前記付加情報として入

力する入力工程と、

前記付加情報に基づき、多値画像データ中の注目画素が、ノイズを多重化する位置にあるのか否かを判定する判定工程と、

該判定工程によって、注目画素の位置がノイズを多重化する位置にあると判定した場合、注目画素を構成するビット構成のうち、第1のビット領域の状態に基づき、ノイズを多重化する第2のビット領域を特定する特定工程と、

該特定工程で特定された注目画素の、第2のビット領域に対して可逆的にビット情報を変更する変更工程と

を備えることを特徴とする画像処理方法。

【請求項12】 ノイズが可逆的に埋め込まれ、目視可能な付加情報が多重化された多値画像データから、前記付加情報を除去する画像処理方法であって、

画素単位にノイズを多重化する／しないを示す情報を、前記付加情報として入力する入力工程と、

前記付加情報に基づき、多値画像データ中の注目画素が、ノイズが多重化された位置にあるのか否かを判定する判定工程と、

該判定工程によって、注目画素がノイズの多重化された位置にあると判定した場合、注目画素を構成するビット構成のうち、第1のビット領域の状態に基づき、ノイズが多重化された第2のビット領域を特定する特定工程と、

該特定工程で特定された注目画素の第2のビット領域の状態を、ノイズ多重化した際の逆変換することで、多重化する以前の状態に復元する復元工程と

を備えることを特徴とする画像処理方法。

【請求項13】 多値画像データを所定サイズの画素ブロック単位に周波数成分データに変換して圧縮符号化すると共に、前記多値画像にノイズを多重化し、ノイズを多重化した分布による目視可能な付加情報を埋め込む画像処理方法であって、

前記所定サイズの画素ブロック単位に、ノイズを多重化する／しないを示す情報を、前記付加情報として入力する入力工程と、

入力した前記付加情報に基づき、注目画素ブロックが、ノイズを多重化する位置にあるのか否かを判定する判定工程と、

該判定工程によって、注目画素ブロックの位置がノイズを多重化する位置にあると判定した場合、注目画素ブロックの変換後の低周波成分を構成するデータの第1のビット領域の状態に基づき、ノイズを多重化する第2のビット領域を特定する特定工程と、

該特定工程で特定された低周波成分のデータの第2のビット領域に対して可逆的にビット情報を変更する変更工程と

を備えることを特徴とする画像処理方法。

【請求項14】 ノイズが可逆的に埋め込まれ、目視可能な付加情報が多重化され、所定サイズの画素ブロック単位に周波数成分データに変換され圧縮符号化された多値画像データから、前記付加情報を除去する画像処理方法であって、

前記所定サイズの画素ブロック単位に、ノイズを多重化する／しないを示す情報を、前記付加情報として入力する入力工程と、

入力した前記付加情報に基づき、注目画素ブロックが、ノイズを多重化する位置にあるのか否かを判定する判定工程と、

該判定工程によって、注目画素ブロックの位置がノイズを多重化する位置にあると判定した場合、注目画素ブロックの周波数変換後の低周波成分を構成するデータの第1のビット領域の状態に基づき、ノイズが多重化された第2のビット領域を特定する特定工程と、

該特定工程で特定された注目画素の第2のビット領域の状態を、ノイズ多重化した際の逆変換することで、多重化する以前の状態に復元する復元工程と

を備えることを特徴とする画像処理方法。

【請求項15】 多値画像データにノイズを多重化し、ノイズを多重化した分布による目視可能な付加情報を埋め込む画像処理装置として機能するコンピュータプログラムであって、

画素単位にノイズを多重化する／しないを示す情報を、前記付加情報として入力する入力手段と、

前記付加情報に基づき、多値画像データ中の注目画素が、ノイズを多重化する位置にあるのか否かを判定する判定手段と、

該判定手段によって、注目画素の位置がノイズを多重化する位置にあると判定

した場合、注目画素を構成するビット構成のうち、第1のビット領域の状態に基づき、ノイズを多重化する第2のビット領域を特定する特定手段と、

該特定手段で特定された注目画素の、第2のビット領域に対して可逆的にビット情報を変更する変更手段と

して機能することを特徴とするコンピュータプログラム。

【請求項16】 請求項15に記載のコンピュータプログラムを格納することを特徴とするコンピュータ可読記憶媒体。

【請求項17】 ノイズが可逆的に埋め込まれ、目視可能な付加情報が多重化された多値画像データから、前記付加情報を除去する画像処理装置として機能するコンピュータプログラムであって、

画素単位にノイズを多重化する／しないを示す情報を、前記付加情報として入力する入力手段と、

前記付加情報に基づき、多値画像データ中の注目画素が、ノイズが多重化された位置にあるのか否かを判定する判定手段と、

該判定手段によって、注目画素がノイズの多重化された位置にあると判定した場合、注目画素を構成するビット構成のうち、第1のビット領域の状態に基づき、ノイズが多重化された第2のビット領域を特定する特定手段と、

該特定手段で特定された注目画素の第2のビット領域の状態を、ノイズ多重化した際の逆変換することで、多重化する以前の状態に復元する復元手段と

して機能することを特徴とするコンピュータプログラム。

【請求項18】 請求項17に記載のコンピュータプログラムを格納することを特徴とするコンピュータ可読記憶媒体。

【請求項19】 多値画像データを所定サイズの画素ブロック単位に周波数成分データに変換して圧縮符号化すると共に、前記多値画像にノイズを多重化し、ノイズを多重化した分布による目視可能な付加情報を埋め込む画像処理装置として機能するコンピュータプログラムであって、

前記所定サイズの画素ブロック単位に、ノイズを多重化する／しないを示す情報を、前記付加情報として入力する入力手段と、

入力した前記付加情報に基づき、注目画素ブロックが、ノイズを多重化する位

置にあるのか否かを判定する判定手段と、

該判定手段によって、注目画素ブロックの位置がノイズを多重化する位置にあると判定した場合、注目画素ブロックの変換後の低周波成分を構成するデータの第 1 のビット領域の状態に基づき、ノイズを多重化する第 2 のビット領域を特定する特定手段と、

該特定手段で特定された低周波成分のデータの第 2 のビット領域に対して可逆的にビット情報を変更する変更手段と

して機能することを特徴とするコンピュータプログラム。

【請求項 2 0】 請求項 1 9 に記載のコンピュータプログラムを格納することを特徴とするコンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 2 1】 ノイズが可逆的に埋め込まれ、目視可能な付加情報が多重化され、所定サイズの画素ブロック単位に周波数成分データに変換され圧縮符号化された多値画像データから、前記付加情報を除去する画像処理装置として機能するコンピュータプログラムであって、

前記所定サイズの画素ブロック単位に、ノイズを多重化する／しないを示す情報を、前記付加情報として入力する入力手段と、

入力した前記付加情報に基づき、注目画素ブロックが、ノイズを多重化する位置にあるのか否かを判定する判定手段と、

該判定手段によって、注目画素ブロックの位置がノイズを多重化する位置にあると判定した場合、注目画素ブロックの周波数変換後の低周波成分を構成するデータの第 1 のビット領域の状態に基づき、ノイズが多重化された第 2 のビット領域を特定する特定手段と、

該特定手段で特定された注目画素の第 2 のビット領域の状態を、ノイズ多重化した際の逆変換することで、多重化する以前の状態に復元する復元手段と

して機能することを特徴とするコンピュータプログラム。

【請求項 2 2】 請求項 2 1 に記載のコンピュータプログラムを格納することを特徴とするコンピュータ可読記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、画像の著作権保護を実現するために、静止画像または動画画像のデジタル画像データに対して、画質劣化を加える変換、画質劣化を除去する逆変換を行う画像処理装置及び方法、並びに、コンピュータプログラム及びコンピュータ可読記録媒体に関するものである。

【0002】**【従来の技術】**

画像をデジタルデータとして扱うデジタル画像には、従来のアナログ画像と比較して、コンピュータ等によって画質を劣化すること無く簡単にコピーでき、通信回線を通じて電送することができるという特徴がある。しかし、その一方で、このような特徴により、著作権等に絡むデジタル画像が安易に不正コピーされ再配布されることにもなる。

【0003】

これを防ぐための方法の一つとして電子透かしと呼ばれる手法がある。電子透かしには、大きく分類して著作権情報、ユーザ情報等の透かし情報を目に見えない形で埋め込む不可視型と、画像上に著作権を保有する会社のロゴ等の透かし画像を目に見える形で形成する可視型とがある。

【0004】

不可視型の電子透かしでは、透かし情報が埋め込まれているということが、埋め込み画像を一見しただけでは認識できない、或いは認識し難い。このため、透かし情報の削除は行われにくいものの、不正コピー、不正配布は可視型に比べ行われ易い。但し、例えばデジタル画像が不正にコピー又は配布された場合であっても、そのデジタル画像中には透かし情報が残っているので、透かし情報として埋め込まれたユーザID等により、不正ユーザを特定することができる。

【0005】

一方、可視型電子透かしでは、透かし情報は、デジタル画像上に目に見える形で書き込まれているので、そのままでは利用し辛く、不正コピーや不正配布を思いとどまらせる効果がある。可視型の電子透かしの埋め込み方法として、従来、著作権所有者のロゴ等の著作権情報を表した画像の画素値を、原画像の画素値と置

き換えることにより、著作権情報を原画像に埋め込むという手法がよく用いられてきた。この手法の欠点としては、原画像の画素値が失われるため、差分情報なしには原画像を復元できないことが挙げられる。

【0006】

デジタル画像のインターネット等を介したオンライン販売においては、購入前にはデジタルコンテンツの内容を完全に開示しないで著作権保護を図り、利用者は画像の大まかな内容を知った上で、購入するという形態を採るのが一般的であろう。

【0007】

上記の目的を達成するために、デジタルコンテンツの販売者は、顧客に画像の大まかな内容を示す為に、縮小画像（サムネール画像）や原画像の全てまたは一部に対し意図的に画質劣化を加えた画像をを公開または配布する方法を用いることである。

【0008】

上記画質劣化を加える手段として、著作権者のロゴ等が埋め込まれた可視型電子透かしも候補の一つであるが、可視型電子透かしが可逆でない場合には、画質劣化した部分の原画像を再送信する必要がある。この場合、ネットワークを経由して、原画像を再送するよりも、鍵のみを再送したほうが通信量や再送時の盗聴などの点から安全性が高いと考えられる。従って、このようなオンラインの画像配信サービスにおいては、鍵を用いることで画質劣化を除去できる手法が望まれる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

上記のような技術の一つに半開示技術が存在する。半開示技術とは、原画像の任意の領域において、任意のビット位置のビット情報を取り出し、鍵に基づく暗号方式等の演算処理を施し、原画像に画質劣化を加える技術である。

【0010】

半開示技術を用いることで、原画像の一部のビット情報を保存し、抽出したビット列に鍵に基づく変換処理を加え、開示する画像の画質をコントロールするこ

とが出来る。そして鍵に基づく逆変換処理を加えることで、画質劣化した画像から原画像を復元することが出来る。

【0011】

半開示技術の一例として、特開平8-256321号公報があり、これにはJ P E GまたはM P E G圧縮符号化方式で圧縮符号化された画像のビット列の一部を抽出し、その抽出部分以外を参照せずに、独立に定義された変換方式によって、抽出されたビット列を直接変換し、書き戻す方法を提案している。

【0012】

ユーザは配布された画質劣化した画像の原画像を購入したいと考えるなら、上記のビット列の変換に用いられた鍵を入手する。ユーザは一部がスクランブルされた画像と前記の鍵から完全に復元されたコンテンツを入手することができる。

【0013】

しかしながら、上記方法は元の画像の特徴を保存するものの、スクランブル（暗号化）の一種であり、変換処理により加わるノイズに対して、十分に画質が考慮されているとは言えない。

【0014】

具体的には、変換処理（スクランブル）される画像において、画質劣化は予め決められた一様に抽出されるビット列によってのみ決められ、画像の特徴等に依存しない。従って、明るい輝度値における輝度の変化には鈍感で、暗い輝度値における変化には敏感であるという人間の視覚特性は考慮されておらず、どの階調においても画質劣化が一様であるわけではない。

【0015】

換言すれば、画像の閲覧者が画像の概要を十分に確認できる適切なノイズ付加方法が求められている。

【0016】

本発明はかかる課題に鑑み成されたものであり、埋め込み対象の多値画像データの持つ雰囲気を保ちつつ、それにノイズを多重化し、ノイズを多重化した分布による目視可能な付加情報を可逆的に埋め込む画像処理装置及び方法、並びにコンピュータプログラム及びコンピュータ可読記憶媒体を提供しようとするもので

ある。

【0017】

また、他の発明は、付加情報を除去することでオリジナル画像、もしくはオリジナル画像に近い画像まで復元することが可能な画像処理装置及び方法、並びにコンピュータプログラム及びコンピュータ可読記憶媒体を提供しようとするものである。

【0018】

【課題を解決するための手段】

かかる課題を解決するため、例えば本発明の画像処理装置は以下の構成を備える。すなわち、

多値画像データにノイズを多重化し、ノイズを多重化した分布による目視可能な付加情報を埋め込む画像処理装置であって、

画素単位にノイズを多重化する／しないを示す情報を、前記付加情報として入力する入力手段と、

前記付加情報に基づき、多値画像データ中の注目画素が、ノイズを多重化する位置にあるのか否かを判定する判定手段と、

該判定手段によって、注目画素の位置がノイズを多重化する位置にあると判定した場合、注目画素を構成するビット構成のうち、第1のビット領域の状態に基づき、ノイズを多重化する第2のビット領域を特定する特定手段と、

該特定手段で特定された注目画素の、第2のビット領域に対して可逆的にビット情報を変更する変更手段とを備える。

【0019】

【本発明の実施の形態】

以下、添付図面に従って本発明に係る実施形態を詳細に説明する。

【0020】

<前提の説明>

図10は実施形態において、画像内部で画質劣化を加える演算処理を行う位置を特定する画像形状情報の一例であり、これを「透かし画像形状情報」と呼ぶことにする。

【0021】

透かし画像形状情報としては、著作権者のロゴ、画像撮影日時、個人名、企業名、ロゴ、印象的な効果を与える模様等のどのような画像情報でもよい。また埋め込む画像の関心領域（例えば、医療用画像の患部等）であってもよい。

【0022】

また本実施形態においては、透かし画像形状情報は、図10のように可視型電子透かしが埋めこまれる位置を規定する各画素1ビット（2値）の情報を持つマスクとして説明する。図10において、電子透かしとして埋め込まれる場所は、白（値が1の画素）のアルファベットの領域であるとし、黒（値が0の画素）の画素は、原画像を透過させるものとして扱う（原画像に加工を加えない領域という意味でもある）。

【0023】

本実施形態においては、画像の一部の空間的位置にのみ、画質劣化を加える演算処理を施す場合について詳しく説明する。しかし、画像全体に対して画質劣化を加える演算処理を施すことも本発明の範疇である。

【0024】

本実施形態においては、画質劣化を加える演算処理対象の成分を、カラー画像を構成する輝度成分とする場合について説明する。輝度成分を操作する場合には、色成分の変化が無い為、人の目には明るさに変化が加わったように見える。

【0025】

人間の輝度の視覚特性は、明るい輝度は輝度の変化が知覚されにくく、暗い輝度は輝度の変化が知覚され易いという非線形な特性がある。輝度成分の人間の知覚特性は比較的良好に知られている為、輝度成分は、人間の視覚特性に基づいて画質劣化を加える演算処理の対象の成分としては好適な成分である。

【0026】

しかしながら、可視型電子透かしの埋め込みに用いる成分は輝度成分だけに限らない。R（赤）、G（緑）、B（青）の各成分を、画像の特徴を保存しつつ、画質劣化が均一に感じられるようにバランスよく操作することも可能である。その他の成分（例えばC（シアン）、M（マゼンダ）、Y（イエロー）等）につい

ても同様である。

【0027】

また、本実施形態では、説明を単純化するため、入力される画像は8ビットグレースケール画像（モノクロ階調画像）とするが、R（赤）、G（緑）、B（青）やまたは、Y（輝度）、U、V（色差2成分）の色成分から構成される画像においても、本発明の実施の方法で処理可能である。

【0028】

<第1の実施形態>

以下、本発明の第1の実施形態を図面と共に説明する。

【0029】

図11は実施形態における画像処理を行う情報処理装置のブロック構成図である。図示において、1は装置全体の制御を司るCPUであり、2はブートプログラムやBIOS等を記憶しているROMである。3はCPU1のワークエリアとして使用されるRAMであり、ここにOS、画像処理に係るプログラム等がロードされ、実行されることになる。4はOS、画像処理プログラム、画像データファイル（処理前、処理後を含む）を格納するための外部記憶装置としてのハードディスク装置である。5が画像入力装置であって、例えばイメージスキャナ、デジタルカメラ、画像ファイルを格納している記憶媒体（メモリカードや、フレキシブルディスク、CDROM等）、或いは、ネットワーク上から画像をダウンロードするためのインタフェースであっても構わない。6は、画像を表示したり、各種操作を行うためのGUIを提供する表示装置であり、7はキーボード、8は表示画面上の所望とする位置を指定したり、各種メニューを選択するために用いられるポインティングデバイスである。

【0030】

上記構成における装置に電源が投入され、OSがRAM3上にロードされ、ユーザの指示、或いは、予め自動起動するように設定しておくことで、本実施形態における画像処理プログラムがRAM3にロードされ、実行されることになる。

【0031】

図1は、本発明の第1の実施の形態による、画像処理である可逆ノイズ加算の

処理を示すフローチャートである。

【0032】

同図において、まず、ステップS102は初期設定のステップであり、画素位置と画素値で構成される複数の画素からなる原画像Iと、画像中にノイズを加算する領域の形状を示す画素位置からなる透かし画像形状情報Mと、2進数で表現される所定のシリアルビット系列を生成するための乱数キーRと、画素値の中の演算対象となるビット領域を規定した演算ビット領域決定テーブルTと、加算するノイズの強度を定義する可視強度値Sと、入力原画像Iと等しい出力画像Wを設定する。

【0033】

なお、原画像Iは画像入力装置5より直接入力したもので良いし、HDD4に一旦保存した画像ファイルでも構わない。また、画像形状情報Mは、HDD4に予め記憶されているものを利用するものとするが、ユーザが自由に作成しても良い。乱数キーRについては、乱数発生するための関数（プログラム）を実行すればよいし、演算ビット領域決定テーブルTや、可視強度値Sはキーボード等から入力しても良いし、予めこれらをファイルとしてHDDに保存してあるものを採用しても構わない。また、出力画像Wの出力先は、HDD4であるものとする。更に、シリアルビット系列は画像全体で固定としてもよいが、秘匿性を高めるため、乱数キーRに基づき画像の埋め込み位置に応じて変化するものとする。

【0034】

次にステップS104において、入力画像の未処理の画素を選択し、ステップS106において、その画素位置が、透かし画像形状情報のどの位置に相当するか、すなわち、画像形状情報中の“1”（実施形態では図10における白画素位置に埋め込むことは既に説明した）の位置にあるのか否かを判断する。埋め込み（多重化）対象画素であると判断した場合には、ステップ108にその画素位置情報を送り、不一致のとき、その画素についての処理を終了する。

【0035】

ステップS108では、ステップS104で選択された原画像の画素値中の判定ビット領域のビット情報を読み出す。判定ビット領域の詳細は後述するが、画

素値の判定の為に用いられるものであって、演算処理が施されないビット領域である。

【0036】

次にステップS110では、ステップS108で読み出した判定ビット領域の値と可視強度値Sに基づき、ステップ112演算処理で処理対象となる演算ビット領域を決定する。ステップ110の演算ビット領域決定処理の詳細については後述する。演算ビット領域と非演算ビット領域の決定により、画像に加えられるノイズの範囲を決定することが出来、ノイズが加えられた領域の画質を制御できる。

【0037】

次にステップ112では、ステップ110で決定された演算ビット領域のビットとステップ102の初期設定で入力される乱数キーRから生成されるシリアルビット系列の間で演算処理を行う。このとき演算は可逆の処理である必要がある。演算処理としては、排他的論理和やモジュロ加算、モジュロ乗算等の可逆な演算は全て含まれる。

【0038】

次にステップ114では、出力画像Wに対応する入力画素のビット領域の値を処理された演算ビット領域の値で書き込む処理を実行する。

【0039】

次にステップ116では全ての画素が処理されたかを判定し、未処理の画素があるならステップ104に戻り、前述の処理を全ての画素が終了するまで続行する。

【0040】

以上、本実施形態における可逆ノイズ加算装置の概要について簡単に述べたが、可逆ノイズ加算処理について更に詳細に説明する。

【0041】

図2は8ビットで表現される画素値（ここでは各画素の輝度成分の値とする）を2進数のビットで表現して示す図である。最上位ビット(MSB, Most Significant Bit)をB7とし、最下位ビット(LSB, Least Significant Bit)をB0とし、

中間のビットをそれぞれ大きいものから、B6、B5、B4、B3、B2、B1として表現している。

【0042】

図2中に、一例として、判定ビット領域、演算ビット領域、非演算ビット領域を示す。

【0043】

簡単に説明すると、判定ビットは、その画素の輝度が大きいか小さいかを判定するため、及び、それによって演算ビット領域のレンジを決定するためのものであり、固定である。実施形態では、画素値（8ビット）中の、MSBを含む上位2ビットにこの領域を割り当てた。演算ビット領域は、判定ビット領域の値によってそのサイズが変わるものであり、変更する可能性のある領域を示している。非演算ビット領域も、判定ビット領域の値の値によってそのサイズが変わるものであり、何等の操作（変更）を施さない領域を示している。ただし、実施形態の場合、判定ビット領域はMSBを含む上位2ビット（B7、B6）としているので、演算ビット領域のビット数と非演算ビット領域のビット数の合計は6ビットとなる。

【0044】

ステップS108の判定ビット領域参照処理では、入力した画素（8ビット）の判定ビット領域のビット値を読み出す。これを別な表現で示すと、対象画素の概略値を参照することに他ならない。なお、ステップS108の時点では、演算ビット領域、非演算ビット領域それぞれのビット数は未定である。

【0045】

図3は、ステップ110の演算ビット領域決定処理で用いられる演算ビット領域決定テーブルTの一例である。

【0046】

同図（a）は可視強度値が最も高い場合（可視強度値 $S=1$ ）の演算ビット領域決定テーブルTの内容を示している。また、同図（b）は可視強度値が中（可視強度値 $S=2$ ）、同図（c）は可視強度が低（可視強度値 $S=3$ ）のテーブル内容をそれぞれ示している。なお、 $S=1$ の場合を最も可視強度が高いとしたが

、これは便宜的なものである。要は、可視強度には複数のレベルがあって、それを特定できれば良い。従って、必ずしも3段階に限るものでもない。例えば、図3(b)における演算ビット領域の4つのパターンは、図3(a)における夫々を1ビットずつ少ないものとしているが、その一部のビットを少なくし、残りのパターンのビット数を同じにするようにすれば、3段階を越えるレベルを定義できる。

【0047】

説明を簡単なものとするため、以下では、可視強度Sが最も高い場合(S=1の場合)について説明する。

【0048】

演算ビット領域決定テーブルT(図示の符号301)では、判定ビット領域(B7, B6)のビット値は演算ビット領域と対応付けられて定義されている。301の演算ビット領域中の「Y」が記入されているビット位置は、演算ビット領域を示し、無記入のビット位置は、非演算ビット領域を示す。即ち、演算ビット領域は、判定ビット領域のビット値の関数で与えられる。

【0049】

例えば、所定の可視強度値において、B7(MSB)のビット値が1、B6のビット値が0の場合、演算ビット領域決定テーブル301を参照した場合、演算ビット領域はB4, B3, B2, B1, B0(LSBを含む下位5ビット)となり、残りのB5の1ビットが非演算領域として定義される。図示から分かるように、高輝度ほど演算ビット領域のビット数が増え、低輝度では逆に演算ビット領域が少ない。これは、先に説明したように、人間の視覚特性は、低輝度に対して感度が高いので、演算ビット領域のビット変更による画質劣化を極力少なくさせるためである。高輝度の場合、人間の視覚感度は低いので、演算ビット領域を大きくしても構わないとも言える。

【0050】

なお、図3(a)からもわかるように、先に示した図2の演算ビット領域の配分は、B7、B6が両方とも1のときのものである。

【0051】

また、上記は可視強度値が最も高いものとして設定された場合を示したが、図 3 (b) の可視強度値 $S = 2$ の場合には、図 3 (a) の $S = 1$ の場合と比較して、演算ビット領域が 1 ビットずつ少なくなっている。そして、 $S = 3$ の場合には、演算ビット領域が更に 1 ビットずつ少くない。

【0 0 5 2】

図 4 はステップ 1 1 0 の演算ビット領域決定処理を実行する、演算ビット領域決定部のブロック図である。

【0 0 5 3】

演算ビット領域決定部 4 0 0 には、ステップ S 1 0 8 の判定ビット領域参照処理手段から判定ビット領域のビット値 4 0 2、初期設定で設定された可視強度値 S 、演算ビット領域決定テーブル T がそれぞれ入力される。そして、演算ビット領域決定部 4 0 0 では、既に説明したように、判定ビット領域のビット値と演算ビット領域決定テーブル T 、さらには可視強度値 S とに基づいて演算ビット領域を決定し、演算ビット領域情報として出力する。

【0 0 5 4】

図 5 はステップ S 1 1 2 の演算処理を実行する、演算部のブロック図である。

【0 0 5 5】

演算部 5 0 0 には、処理対象である入力画素値 5 0 2、乱数キー R から生成される位置ごとに異なるシリアルビット系列 5 0 4、ステップ S 1 1 0 で決定された演算ビット領域情報 5 1 0 がそれぞれ入力される。演算部 5 0 0 は可逆である所定の演算方式に基づき、演算処理を施し、演算結果 5 0 6 を出力する。

【0 0 5 6】

実施形態における演算部 0 0 の動作の一例を以下、図 6 を用いて説明する。

【0 0 5 7】

図中、6 0 2 は入力画素値、6 0 4 は乱数キー R から生成されるシリアルビット系列（太枠が参照される領域）、6 0 6 は入力画素とシリアルビット系列の対応するビット位置の排他的論理和（X O R）結果、6 0 8 は演算処理後の出力画素を示す。

【0 0 5 8】

既に述べたように、まず入力画素 602 の判定ビット領域を参照し、演算ビット領域を決定する。602 の太枠で囲まれたビット位置は演算ビット領域を示す。

【0059】

シリアルビット系列 604 は画素を復号化する際の鍵となる。なお演算ビット領域以外に対応するシリアルビット系列は必要ない（あっても無視する）。

【0060】

606 の太枠内は、入力画素の演算ビット領域と対応するシリアルビット系列のビット領域を演算処理結果（ここでは排他的論理和）である。

【0061】

608 は 606 の演算処理結果に対応する入力画素の演算ビット領域の値に書き込んだ結果である。

【0062】

図示の場合、演算結果の画素値と原画素値との差（以下で B は 2 進数を意味する）は、

$$\begin{aligned} &11011101 \text{ (B)} - 111110101 \text{ (B)} \\ &= 221 - 245 = -24 \end{aligned}$$

となり、着目画素値は「-24」変化したことを意味する。

【0063】

B5, B4, B3, B2, B1, B0 の 6 ビットが演算ビット領域である場合、演算ビット領域が全て反転すると、最大で $2^5 + 2^4 + 2^3 + 2^2 + 2^1 + 2^0 = 32 + 16 + 8 + 4 + 2 + 1 = 63$ (x^y は x の y 乗を示す) の画素値の変化が実現する。

【0064】

一方、演算ビット領域が少ない場合（入力画素の輝度が更に低い場合）には、演算ビット領域のビット数が減って、非演算ビット領域がその分増えるので、最大変化量の範囲を小さくなり、結果的に、視覚変化を少なくできる。

【0065】

このように本実施形態は、判定ビット領域から演算ビット領域を決定する処理

を導入し、画像情報の一部を保存すると同時に、原画像の画素値の大きさに応じて画素値の最大変化量(Δ_{\max})を決定することが出来る。

【0066】

図3(a)の302は、可視強度値が最大である場合の、演算ビット領域決定テーブル301に対応する画素値の最大変化量(Δ_{\max})を示している。同図(b)、(c)については説明するまでもないであろう。

【0067】

図1のステップ112の演算処理により演算ビット領域のビットのランダムな効果が予測されるが、演算ビット領域を決定することで、ノイズを加算する透かし画像形状領域内部は、最大変化量 Δ_{\max} の範囲内でのランダムな輝度変化を実現できる。

【0068】

人間の視覚特性は、輝度値が小さいほど輝度値の変化に敏感で、輝度値が大きいほど輝度値の変化が目立たないという特性がある。従って、演算ビット領域(最大変化量 Δ_{\max})は上記の人間の視覚特性を考慮して設計することが好ましい。

【0069】

図3は人間の視覚特性を考慮して設計された演算ビット領域決定テーブルの一例である。

【0070】

なお、空間上の色の変化が人間の知覚に変化と一致する均等知覚色空間CIE1976 $L^*u^*v^*$ やCIE 1976 $L^*a^*b^*$ (以降 $L^*a^*b^*$ 色空間と呼ぶ)が1976年にCIEから推奨されている。上記の均等知覚色空間は、上記の最大変化量 Δ_{\max} を決定する際にも有用である。

【0071】

次に本実施形態における可逆ノイズ除去装置について述べる。

【0072】

図7は第1の実施形態における、可逆ノイズ除去の処理を示すフローチャートである。第1の実施形態における可逆ノイズ除去処理は、ほぼ可逆ノイズ加算処

理と同一の処理で実現できる。また、装置構成も上記の多重化処理を行う装置と同様、汎用の情報処理装置（例えばパーソナルコンピュータ）で実現できるので、その説明は省略する。

【0073】

まず、ステップS702の初期設定で、画素位置と画素値で構成される複数の画素からなる可逆ノイズが付加された画像Wと、画像中にノイズを加算する領域の形状を示す透かし画像形状情報Mと、2進数で表現される所定のシリアルビット系列を生成するための乱数キーRと、画素値の中の演算対象となるビット領域を規定した演算ビット領域決定テーブルTと、加算するノイズの強度を定義する可視強度値Sを入力し、出力画像Eは入力画像Wと等しい画像に設定する。

【0074】

ここで、透かし画像形状情報M、乱数キーR、演算ビット領域決定テーブルT、そして、可視強度値Sはノイズを除去する為の鍵情報である。

【0075】

次にステップ704において、入力画像の未処理の画素データを読出す。次に、ステップ706において、読出した画素の原画像に対する位置と透かし画像形状情報との比較処理を行い、ノイズ加算箇所の画素位置に一致するかどうかを判定する。一致したとき、ステップ708にその画素位置情報を送り、不一致のとき、その画素についての処理を終了する。

【0076】

ステップ708では、ステップ704で指定された原画像の画素値中の判定ビット領域のビット情報を読み出す。

【0077】

次にステップ710では、ステップ708で読み出した判定ビット領域の値に基づき、ステップ712演算処理で処理対象となる演算ビット領域を決定する。

【0078】

次にステップ712では、ステップ710で決定された演算ビット領域のビットとステップ702の初期設定で入力される乱数キーから生成されるシリアルビット系列の間で逆演算処理を行う。この演算は埋め込み時の演算と対応した逆演

算処理（復号処理）である。

【0079】

この逆演算処理が可逆であることは、図6の例の場合、処理済み画素値とシリアルビット列とを排他論理和を行って同図における「入力画素値」にまで完全に復元できることから明らかであろう。

【0080】

次にステップ714では、出力画像Eに対応する入力画素のビット領域の値を処理された演算ビット領域の値で書き込む、書き込み処理を実行する。

【0081】

次にステップ716では全ての画素が処理されたかを判定し、未処理の画素があるならステップ704に戻り、前述の処理を全ての画素が終了するまで続行する。

【0082】

以上、本実施形態の可逆ノイズ除去装置の動作について述べたが、ノイズ除去処理は基本的にノイズを埋め込む処理と殆ど同じになる。

【0083】

以上の通り、本実施の形態によれば、原画像の透かし画像形状情報で示される領域において、原画像の特徴を維持しつつ、演算処理によって付加されるノイズ量が画像の階調に従って変化するように、画素値の変更量を設定することが出来る。それに加え、付加されたノイズの除去時に原画像を必要としない。さらに、演算処理に安全性の高い暗号方式を導入することで、付加されたノイズの除去を困難にすることが出来る。

【0084】

なお、演算ビット領域を決定する際に演算ビット領域決定テーブルTを用いたが、数式で表現される演算ビット領域決定関数Fを用いることも可能であり、この様な方法も本発明の範疇に含まれる。

【0085】

また、実施形態では、判定ビット領域は、画素値を構成する8ビットの中のMSBから2ビット、演算ビット領域のビット数Qは判定ビット領域の値によって

変わるものの、LSBからQビットとしたが、判定ビット数が2ビットではなく3ビットでも良い。要するに、画像中の明るい箇所、暗い箇所に応じて多重化するノイズのレンジが変われば良いからである。

【0086】

上記例の具体的な利用方法は、例えば、次のようなものである。

【0087】

インターネット上で画像をサービスするサーバを設置し、図1の処理を施した付加情報を多重化した画像、及び、それぞれの画像を復元するための特有の情報（画像形状情報M、乱数キーR、演算ビット領域決定テーブルT、そして可視強度S）を記憶管理しておき、ユーザ（クライアント）は所望とする画像を選択し、ダウンロードできるようにしておく。このダウンロードした画像には、上記のように付加情報（例えば撮影者や撮影日時等）が可視化して多重化され、尚且つ、その画像の全体の雰囲気を十分に伝えるものができるようになる。ユーザはダウンロードした画像について、オリジナルに復元したいことをサーバに伝えると（例えばブラウザ等で対応するボタンをクリックするとう操作で伝える）、サーバは、オリジナルそのものではなく、その画像に特有の復元に必要な情報（画像形状情報M、乱数キーR、演算ビット領域決定テーブルT、そして、可視強度値S）を送信する（これにより、オリジナルそのものが漏洩することを防ぐことができる）。なお、送信する際に、これらの情報を秘密キーでもって暗号化しておけば更に安全なものとすることができる。ユーザ側のPCでは、これらの情報を受けとって、図7に示す処理を実行させる処理を行う。

【0088】

なお、乱数キーRについては、乱数そのものを送信するのではなく、乱数を発生する共通の関数をサーバ及びクライアント側で保有するようにし、その乱数を発生するため初期化パラメータのみを送信するようにする。勿論、全ての画像について同じパラメータとしてしまうと、サーバが保有している全画像を復元できてしまうので、個々の画像毎にこのパラメータを異なるようにしておく。

【0089】

また、実施形態によれば、演算ビット領域は演算ビット決定テーブルT（実施

形態では図3に示すように3つ)、及び、そのいずれを用いるかを示す情報でも
る可視強度値Sを送信するものであるが、着目画素の演算ビット領域(ビット数
)は、判定ビット(上記例ではB7、B6)と可視強度Sによって求まれるので
、関数化させても良い。すなわち、演算ビット領域のビット数をQ(LSBから
上位ビットに向かうQビット)とした場合、

$$Q = f(B7, B6, S)$$

で表現できるし、判定ビットがMSBから下位方向へのビット数Pで示すので
あれば、

$$Q = f(P, S)$$

として表現できる。

【0090】

そして、この関数f()をクライアント、サーバとも共通化させておけば、サ
ーバは純粹に、P、Sを所定の形式(例えば暗号化)にしてクライアントに通知
するだけでよくなり、テーブルそのものを転送するより遥かに少ない情報量とす
ることが可能になる。

【0091】

また、可視強度Sは、ユーザが自由に設定しても良いが、自動化させても構わ
ないであろう。例えば、オリジナル画像の輝度分布(ヒストグラム等を作成すれ
ば良い)のレンジ幅、その中心輝度をパラメータとして、可視強度Sを自動決定
しても良い。

【0092】

<第2の実施の形態>

上記第1の実施形態では、画素単位でノイズ付加処理を行う場合について想定
したが、本第2の実施の形態では、JPEGやJPEG2000等の圧縮符号化
画像に対して、可逆のノイズを付加する場合について説明する。

【0093】

JPEGやJPEG2000等の圧縮符号化方式では、入力色成分は規定され
ないが、一般にR(赤)、G(緑)、B(青)の色成分を、Y(輝度)、Cb(色
差)、Cr(色差)に変換後、離散コサイン変換(以下、DCT)や離散ウェ

ーブレット変換（以下、DWT）を実行する場合が多い。

【0094】

従って、上記第1の実施形態で説明した思想の下で、J P E GやJ P E G 2 0 0 0圧縮符号化されたカラー画像の輝度成分を表す周波数変換係数を可逆ノイズを付加する成分として用いることで、特別な工夫なしに輝度値に埋め込むことが可能となる。

【0095】

J P E G圧縮符号化方式では、ブロック単位の圧縮符号化が行われている。例えば、J P E G圧縮符号化画像には、最小符号化単位（通常 8×8 画素）が存在し、その単位毎に圧縮符号化の基本的な処理が行われている。従って、J P E G圧縮符号化画像に可逆ノイズを付加する場合、透かし画像形状情報は、画素単位でなく、最小符号化単位とすると、第1の実施形態の手法を応用し易い。

【0096】

より詳しく説明すると、画像を 8×8 画素ブロック単位に周波数成分データに変換するために先ずD C T変換を行う。そして、この画素ブロックが、ノイズを多重化すべき位置にない場合には、通常のJ P E G符号化を行う。一方、多重化すべき位置にあると判断した場合には、D C T変換した結果得られる直流成分D Cの値を構成するビットに対し、第1の実施形態と同様の処理を行う。この際、可視強度値Sをも参酌することは第1の実施形態と同様である。

【0097】

図8の801は、J P E G圧縮符号化方式において、画像を最小符号化単位毎にブロック化して図示した図である。J P E G圧縮符号化画像の場合、最小符号化単位内（801）で離散コサイン変換（D C T）が実行される。802はD C T変換後の最小符号化単位ごとに得られるD C T係数の直流（D C）成分（平均値）であり、それ以外の63個の係数が交流A C係数である。

【0098】

最小符号化単位ごとに、D C T係数のD C成分（直流）に対して、第1の実施形態で述べた演算ビット領域の演算処理を行えば、最小符号化単位内（801）の平均値を変化させることが出来、ブロック単位の可逆ノイズ付加が実現でき

る。

【0099】

従って透かし画像形状情報は、埋め込み対象最小符号化単位ブロックを指定する情報とすれば、第1の実施の形態を適用できるのは容易に理解できよう。また、第1の実施形態に対する更なるメリットの1つは、画像形状情報Mのサイズを小さくできることである。すなわち、J P E Gの場合、 8×8 画素単位に多重化するか否かを決定するものであるから、画像形状情報（2値画像）の1画素が、原画像の 8×8 画素に対応するものとして利用すれば良いからである（ $1/64$ の容量で済むことになる）。

【0100】

なお、ノイズを除去する場合には、逆D C T変換処理を行う前段階で、処理対象となるブロックが、ノイズ埋め込み対象であるか否かを画像形状情報に基づいて判断する。ノイズ埋め込み対象外であると判断した場合には、通常の処理を経て復号化する。そして、ノイズ埋め込み対象であると判断した場合には、その直流成分における演算ビット領域を、可視強度値Sによって決定された演算ビット領域決定テーブルTを参照して求め（特定し）、乱数により発生したシリアルビット系列との論理演算（第1の実施形態に従えば排他論理和）を行うことで、復元することになる。ただし、J P E G圧縮符号化では、量子化処理によりデータを破棄しているので、100%オリジナルにまでは復元はできない。しかしながら、本第2の実施形態においても、少なくとも、通常のJ P E Gによる復号結果と同等の品質にまでオリジナルに近く、ノイズを除去した画像を得ることができる。

【0101】

一方、J P E G 2000圧縮符号化画像では、離散ウェーブレット変換（DWT）を用いて、画像の形状情報を保持しつつ、画像を低周波から高周波成分に渡って段階的に帯域ごとに分割し、圧縮符号化する。

【0102】

図9はJ P E G 2000圧縮符号化方式における離散ウェーブレット変換による帯域分割の様子を図的に示した図である。

【0103】

離散ウェーブレット変換では、画像に影響が大きい低周波画像成分はLLに集まり、LLは原画像の画像特徴をよく保存している。従って、埋め込みに用いる要素を離散ウェーブレット変換（DWT）の低周波成分（LL）とすると、第1の実施形態と比較的近い形で可逆のノイズ付加を行うことが可能である。

【0104】

図9の場合、LLは2回DWTを行った結果の低周波成分のサブブロックであるが、そのサブブロックを構成している全ての画素に対して、第1の実施形態と同様の埋め込みを行えばよい。

【0105】

なお、第1の実施形態で説明した手法をJ P E G 2 0 0 0圧縮符号化画像の離散ウェーブレット変換（DWT）係数に適用する場合、DWT係数は正負の値を取りうることを考慮し、演算ビット領域決定テーブルを設計する必要がある。

【0106】

また、J P E G 2 0 0 0圧縮符号化画像の場合、R O I（R e g i o n o f I n t e r e s t：関心領域）のために、画像サイズと同じサイズを持つ1ビットのビットプレーンが用意される。（J P E G 2 0 0 0の基本符号化システムでは、R O I領域だけシフトアップして符号化される。）

従って、関心領域が特に存在せず、透かし画像形状情報を可視型電子透かしのように画像鑑賞者に示したい場合、透かし画像形状情報をR O Iに設定してもよい。

【0107】

例えば、著作権情報を示す可視のロゴ情報をR O Iに記述しておけば、コンテンツ配信で画像情報を伝送する際に、ロゴ情報から先に視聴者に示すことが出来、利用者にコンテンツの著作権者を明示する効果も実現できる。

【0108】

さらに、透かし画像形状情報は既にR O I情報として、画像と共に符号化されているため、可逆ノイズを除去する際に必要な鍵情報が僅かですむというメリットがある。

【0109】

また、可逆ノイズの除去に必要な透かし画像形状情報は、画像ファイルのヘッダ等の所定位置に添付することも可能である。このとき、ノイズが付加された画像から原画像に戻すときに、画像ファイル以外に必要な鍵情報だけですみ、配送する情報量を削減できる効果もある。

【0110】

また、可逆ノイズの除去に必要な鍵（および透かし画像形状情報）は比較的情報量が少ない為、画像ファイルのヘッダ等の所定位置に添付することも可能である。このとき、特定の利用者のみ可逆ノイズの除去を可能するため、上記の鍵（および透かし画像形状情報）を所定の暗号方式（例えば、公開鍵暗号方式）で暗号化し、画像ファイルのヘッダ等の所定位置に添付してもよい。

第1の実施形態では、暗号方式としては、非排他的論理和（XOR演算）の場合のみ説明したが、所定の処理単位（例えば64ビット）となるように複数の演算ビット領域を集め、DES等の共通鍵暗号方式や、公開鍵暗号方式を用いることも可能である。

【0111】

また、DES等の所定の処理単位毎に処理を行うブロック暗号方式に属する共通鍵暗号方式を用いる場合には、集めたビット数が所定の処理単位に満たない場合には、足りないビット数だけ0や1をパディングし所定単位を満たし、暗号化を行うとよい。このとき元の画素位置に格納できないビットは、ヘッダ等のファイルの所定位置に付加するとよい。

【0112】

あるいは、1～数ビット単位で処理できる（共通鍵暗号方式に属する）ストリーム暗号方式に属する暗号方式を用いてもよい。

【0113】

このとき第1の実施の形態において、初期設定で入力されるのは乱数キーではなく、共通鍵暗号方式では共通鍵、公開鍵暗号方式では埋め込み時には公開鍵、抽出時に秘密鍵となる。

【0114】

本実施形態では、暗号化方式としてDESを例に挙げたが、他の共通鍵暗号方式、例えば、AES、FEAL、IDEA、RC2、RC4、RC5、MISTY、シーザー型暗号、ビジネル暗号・ビューフォート暗号、プレイフェア暗号、ヒル暗号、バーナム暗号等を用いることもできる。

【0115】

また本実施形態では、静止画像についてのみ説明を行ったが、動画像に対しても同様の原理が適用できることは容易に想像できる。例えば、MPEG圧縮符号化方式の場合、中間フレームを埋め込みの対象とすることで、比較的容易に可逆ノイズを埋め込むことが出来る。Motion JPEG2000の場合は時間フレーム方向にJPEG2000圧縮符号化画像と同様の手法で可逆ノイズの埋め込みを繰り返すことで埋め込み可能である。従って、動画像に対して可逆ノイズを加えることも本発明の範疇であるとする。

【0116】

本発明では、画像の画素値に応じた可逆のノイズを加えることを主眼に説明を行ったが、透かし画像形状情報に強いノイズを加えることで可視の電子透かしとすることも可能であり、本発明で述べた方式を用いた可視型電子透かしの埋め込みも本発明の範疇であるとする。

【0117】

また、上記の実施形態からも明らかなように、本実施形態を実現するその殆どは、ソフトウェアでもって実現できるものである。通常、パーソナルコンピュータ等の汎用情報処理装置にコンピュータプログラムを導入する場合、フロッピー（登録商標）ディスクやCDROM、或いは、半導体メモリカード等のコンピュータ可読記憶媒体を装置にセットし、インストールプログラムを実行するか、或いは、システムにコピーすることになるので、かかるコンピュータ可読記憶媒体も本願発明の範疇に含まれるのは明らかである。

【0118】

また、コンピュータ上で稼働しているOS等が処理の一部又は全部を行う場合、あるいは記憶媒体から読み出されたプログラムコードが、コンピュータに挿入

された拡張機能ボードやコンピュータに接続された拡張機能ユニットに備わるメモリに書き込まれた後、そのプログラムコードの指示に基づいて、上記拡張機能ボードや拡張機能ユニットに備わるCPU等が処理の一部又は全部を行う場合にも、各実施の形態と同等の機能を実現できると共に、同等の効果を得ることができる。本発明の目的を達成することができる。

【0119】

以上説明したように本実施形態によれば、入力画像及び鍵を入力し、入力画像の構成要素の構成値に対し、入力画像の構成要素の構成値の一部を参照し、更に鍵に基づいた演算を行うことで前記構成値の変更を行い、入力画像の特徴に応じかつセキュリティ性の高い可逆のノイズを原画像に埋め込むことができ、著作権の保護を十分行うことができる。

【0120】

また、可逆のノイズが埋め込まれた画像と鍵を入力し、上記演算と逆の演算を行うことにより、可逆ノイズを除去し、原画像を復元することができる。

【0121】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、埋め込み対象の多値画像データの持つ雰囲気を保ちつつ、それにノイズを多重化し、ノイズを多重化した分布による目視可能な付加情報を可逆的に埋め込むことが可能になる。また、付加情報を除去することでオリジナル画像、もしくはオリジナル画像に近い画像まで復元することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

第1の実施形態における可逆ノイズ加算装置のフローチャートである。

【図2】

判定ビット領域、演算ビット領域、非演算ビット領域の一例を示す図である。

【図3】

視覚強度別の演算ビット領域決定テーブルを示す図である。

【図4】

演算ビット領域決定処理を実行する演算ビット領域決定部の内部構成を示すブロック図である。

【図 5】

演算処理を実行する演算部の内部構成を示すブロック図である。

【図 6】

演算処理を内容の具体例を示す図である。

【図 7】

第 1 の実施の形態における可逆ノイズ除去装置のフローチャートである。

【図 8】

JPEG 圧縮符号化方式における最小符号化単位を図的に示した図である。

【図 9】

JPEG2000 圧縮符号化方式における離散ウェーブレット変換による帯域分割の様子を図的に示した図である。

【図 10】

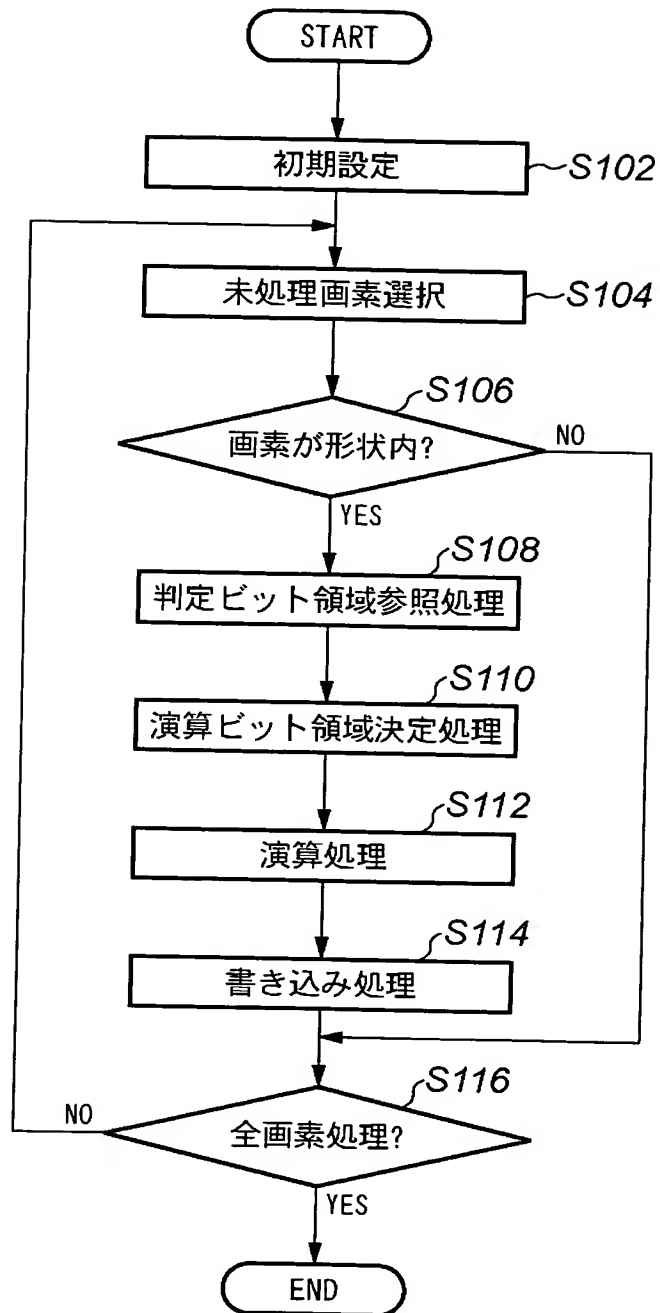
本実施の形態における透かし画像形状情報の一例を示す図である。

【図 11】

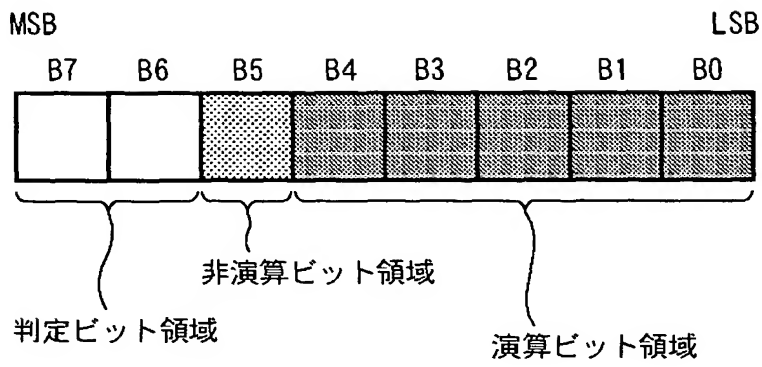
実施形態における装置の具体的なブロック構成図である。

【書類名】 図面

【図 1】



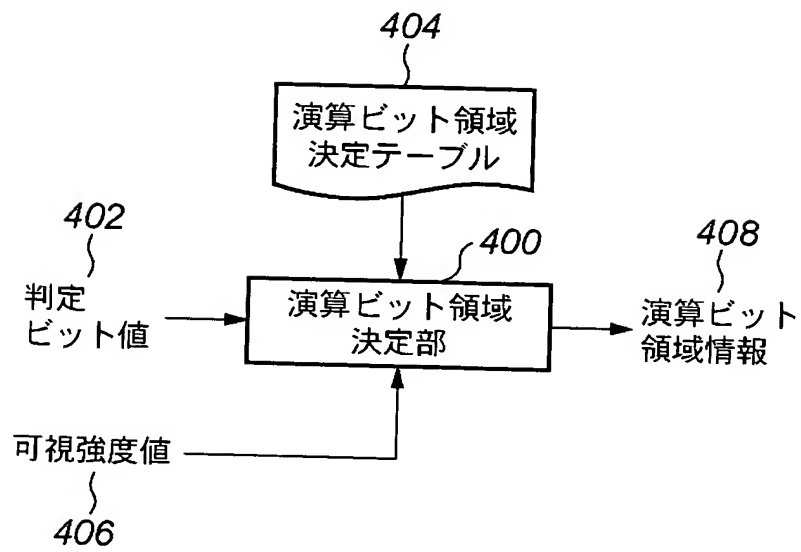
【図 2】



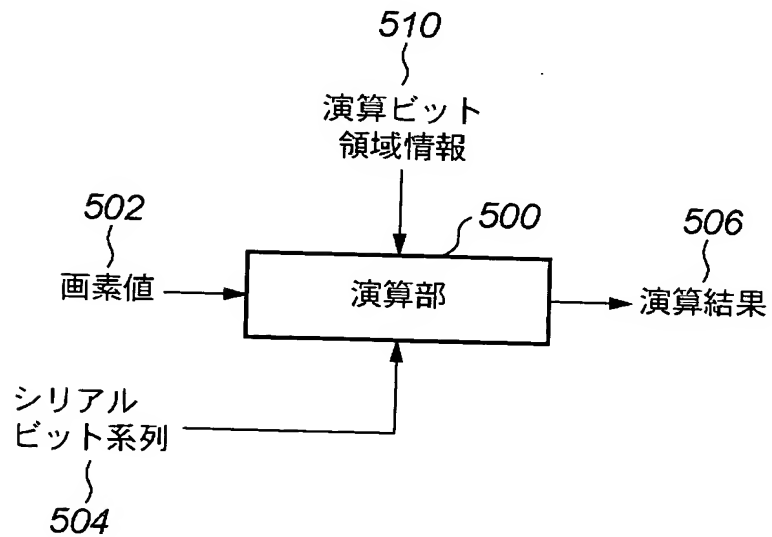
【図 3】



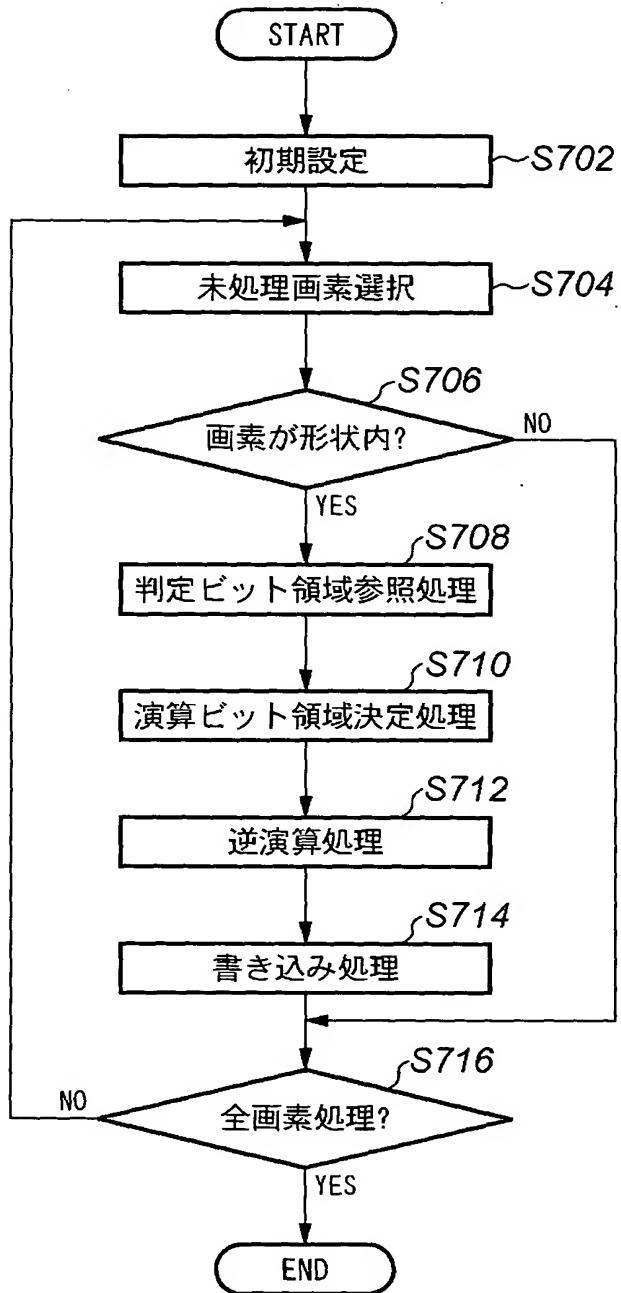
【図 4】



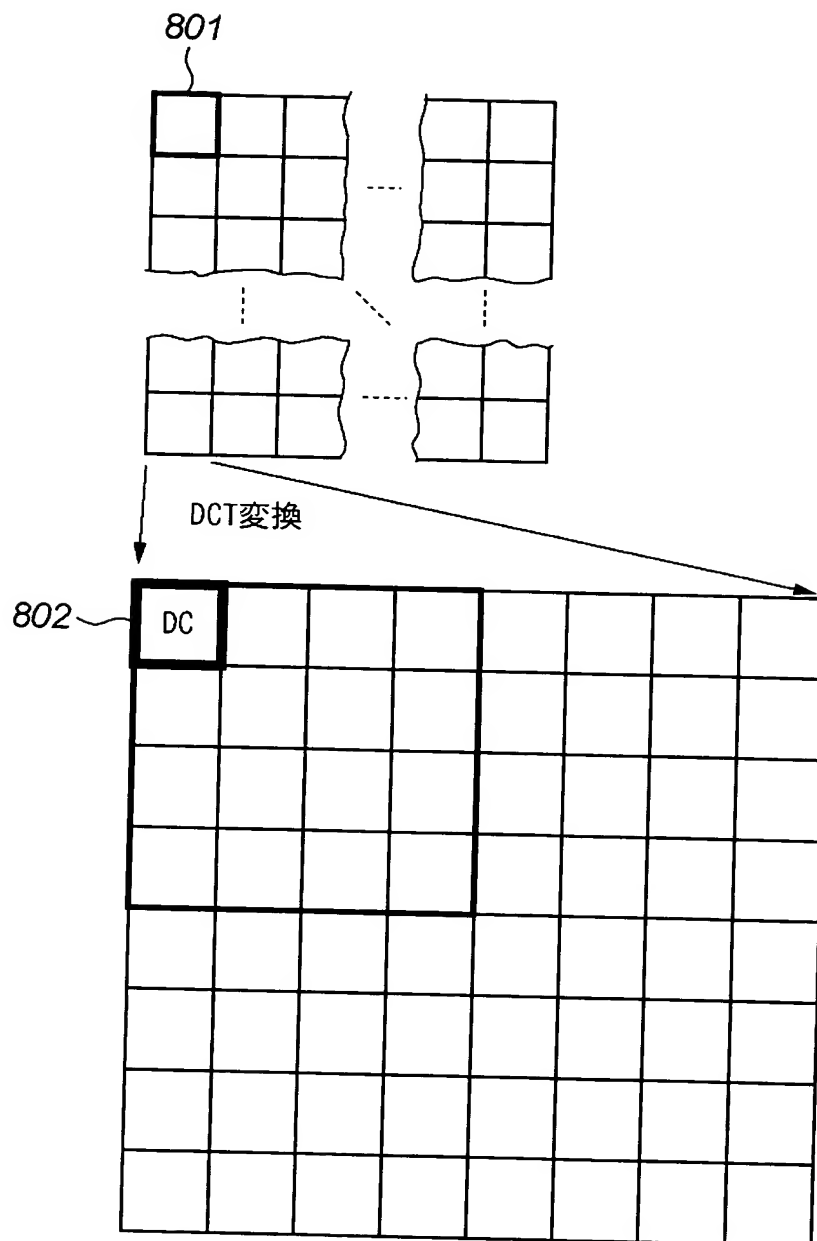
【図 5】



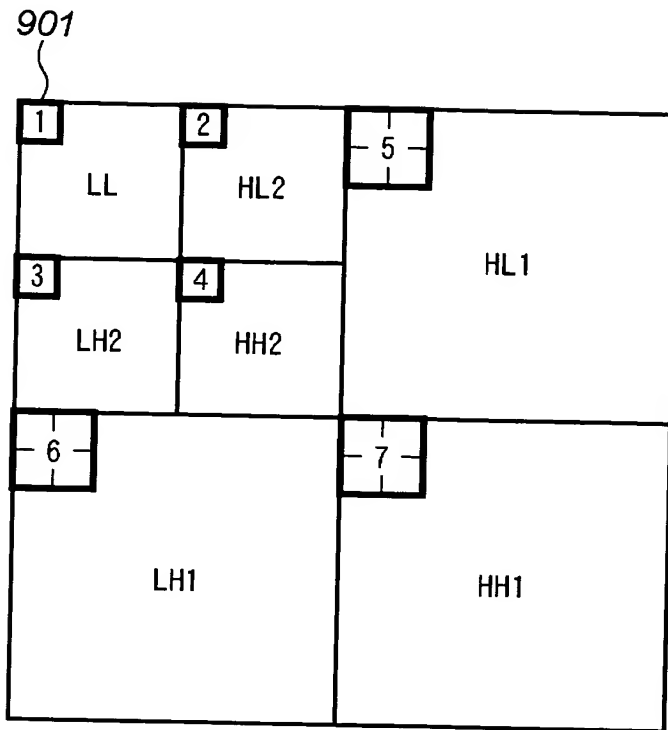
【図 7】



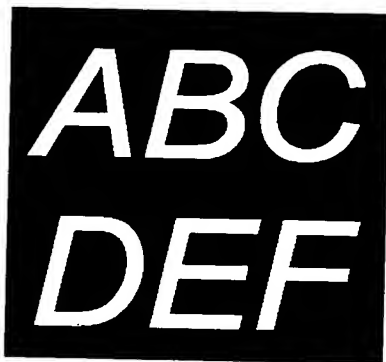
【図 8】



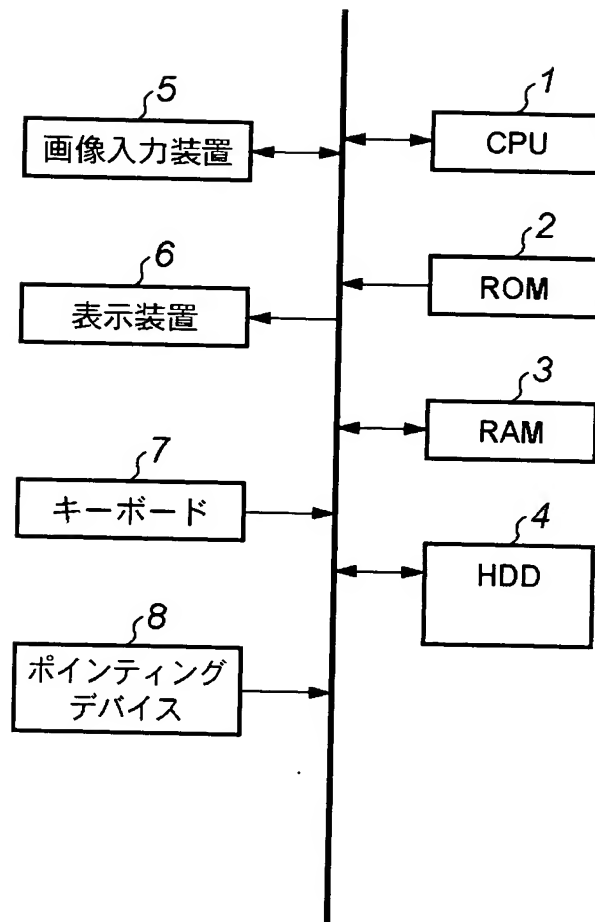
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 埋め込み対象の多値画像データの持つ雰囲気を保ちつつ、それにノイズを多重化し、ノイズを多重化した分布による目視可能な付加情報を可逆的に埋め込むことが可能にする。

【解決手段】 多値画像データにノイズを多重化し、そのノイズを多重化した分布による目視可能な付加情報を埋め込む場合、画素単位にノイズを多重化する／しないを示す情報を、前記付加情報として入力する。そして、その付加情報に基づき、多値画像データ中の注目画素が、ノイズを多重化する位置にあるのか否かを判定する（S 1 0 6）。注目画素の位置がノイズを多重化する位置にあると判定した場合、注目画素を構成するビット構成のうち、第 1 のビット領域の状態に基づき、ノイズを多重化する第 2 のビット領域を特定し（S 1 1 0）、特定された注目画素の、第 2 のビット領域に対して可逆的にビット情報を変更する（S 1 1 2、S 1 1 4）。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 1 9 1 1 2 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 1 0 0 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号

氏 名

キヤノン株式会社